

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119835

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 5 D 7/00

識別記号

F I

G 0 5 D 7/00

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-296227

(22) 出願日 平成9年(1997)10月13日

(71) 出願人 000155023

株式会社堀場製作所

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

(71) 出願人 000127961

株式会社エステック

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

(72) 発明者 富田 勝彦

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

株式会社堀場製作所内

(72) 発明者 磯部 泰弘

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

株式会社堀場製作所内

(74) 代理人 弁理士 藤本 英夫

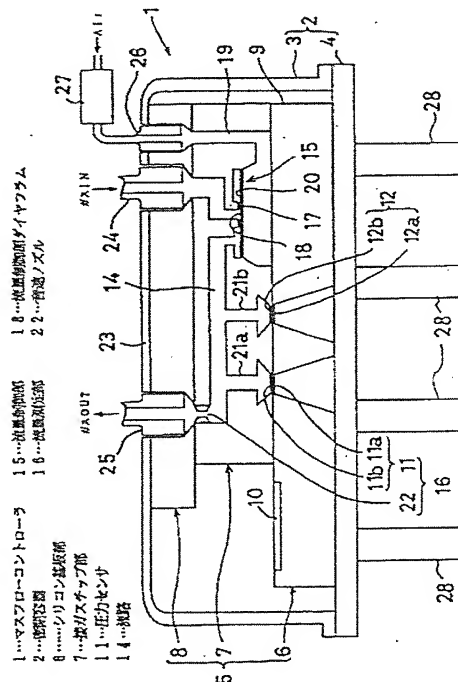
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスフローコントローラおよび集積化流量制御装置

(57) 【要約】

【課題】 腐蝕性ガスなどによって冒されたりせず、また、強い衝撃力にも耐えうる丈夫で安全な構造を有する小型で有用なマスフローコントローラを提供すること。

【解決手段】 不活性ガスを封入した密閉容器2内に、シリコン基板部6と、この上面に接合される接ガスチップ部7とを設け、この接ガスチップ部7を複数の耐腐蝕性金属板13a~13eを複数積層した多層構造に形成し、その内部に流路14を形成するとともに、この流路14に流量測定部15と流量制御部16とを形成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 不活性ガスを封入した密閉容器内に、シリコン基板部と、この上面に接合される接ガスチップ部とを設け、この接ガスチップ部を複数の耐腐蝕性金属板を複数積層した多層構造に形成し、その内部に流路を形成するとともに、この流路に流量測定部と流量制御部とを形成したことを特徴とするマスフローコントローラ。

【請求項2】 シリコン基板部に演算制御部を形成してなる請求項1に記載のマスフローコントローラ。

【請求項3】 流量制御部におけるダイヤフラムを空気圧によって制御する請求項1または2に記載のマスフローコントローラ。

【請求項4】 流量制御部におけるダイヤフラムをピエゾアクチュエータによって制御する請求項1または2に記載のマスフローコントローラ。

【請求項5】 流量測定部が圧力センサと音速ノズルとからなる請求項1～4のいずれかに記載のマスフローコントローラ。

【請求項6】 流量測定部が薄膜流量センサからなる請求項1～4のいずれかに記載のマスフローコントローラ。

【請求項7】 耐腐蝕性金属よりなる集積化ブロックに、請求項1～6のいずれかに記載のマスフローコントローラを複数個互いに並列に設けるとともに、各マスフローコントローラに、プレッシャレギュレータと、圧力センサおよびストップバルブ部とを備えさせたことを特徴とする集積化流量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、ガス流量を制御するマスフローコントローラおよびこれを用いた集積化流量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 マスフローコントローラは、一つの基体に流量測定部と流量制御部とを形成してなるもので、従来より、半導体製造に用いるガスや各種工業プロセスガスの自動制御や流量監視、有害ガスや危険性の高いガスの遠隔制御、さらには、混合ガスの調整や試験研究用システムへの搭載など生産設備から研究開発まで広い分野で使用されている。

【0003】 ところで、近時、上記マスフローコントローラの小型化が要請され、半導体プロセス技術のフォトリソグラフィやエッチング技術を活用したマイクロマシンング技術により、図9に示すような小型のマスフローコントローラが開発されるに至っている。

【0004】 図9において、61はマスフローコントローラで、集積ブロック62の一方の面（下面）に設けられている。このマスフローコントローラ61は、次のように構成されている。すなわち、集積ブロック62の一方の面にセラミックスからなる基板63が設けられてお

り、この基板63の下面にシリコン層64、65が積層されている。そして、集積ブロック62に形成されたガス流路66に連なるようにして基板63に流路67が形成され、さらに、この流路67に連なるようにしてシリコン層64に凹部68が形成され、この凹部68は基板63に形成された別の流路69を介して集積ブロック62に形成された別の流路70に接続されている。なお、71、72は集積ブロック62と基板63との間に介装されるシール部材である。

【0005】 そして、73は流路67と流路69との間に形成される流量制御部である。この流量制御部73は、次のように構成されている。すなわち、74は流路67の下端部に形成される弁座部で、前記凹部68の形成と同時にエッチングによって形成される。この弁座部74に対応するシリコン層65にはその下面側をエッチングしてダイヤフラム75が形成され、シリコン層65とシリコン層65の下面側に当接するようにして設けられた耐熱ガラス層76との間に形成された空間77に液体を封入して、この液体を加熱して膨張させてダイヤフラム75を弁座部74方向に移動させることにより、弁座部74とダイヤフラム75との間の開口（弁口）78の開度を調節できるように構成されている。

【0006】 また、79は流路69と流路70との間に形成される流量測定部である。この流量制御部79は、流路69、70の接続部を下方に延長した流路80に臨むように基板63の下面に設けられる圧力センサ81と、流路70に設けられる音速ノズル82とからなる。83はシリコンであり、84は蓋体である。

【0007】 なお、図9において、85は集積ブロック62の上面に設けられるプレッシャレギュレータ、86はストップバルブ、87は集積ブロック62に設けられる流路、88～90はシール部材である。

【0008】 上記のように構成されたマスフローコントローラ61においては、矢印Gで示すガスは、流路66に入り、次いで、流路67を通り、流量制御部73のダイヤフラム75の弁座部74に対する位置によって決定される開口78を経て流路69に至る。その後、流量測定部79において流量測定され、その測定結果が流量設定値と比較され、これに基づいて前記開口78の開度が調整され、ガスGの流量が常に所定の流量となるように制御することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来のマスフローコントローラ61においては、ガスGが流通する部分の部材がセラミックス（基板63）であったり、シリコン（シリコン層64、65）であるので、次のような問題がある。すなわち、セラミックスは、所謂多孔質であるため、ガスGを吸・脱着しやすく、したがって、高純度のガスには不向きであるとともに、水分が抜けにくいといった不都合がある。また、耐熱ガラス

(耐熱ガラス層76)は、熱には強いが、腐蝕性ガスには冒されやすいといった欠点があると同時に、シリコンとの結合は、強い衝撃力に対しては脆弱であり、腐蝕性ガスや有毒ガスがリークする危険がある。つまり、従来のマスフローコントローラは、半導体製造などに用いるガス流量の調整には不向きであるとともに、必ずしも機械的に十分な強度を備えているとは言えないものであった。

【0010】この発明は、上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、腐蝕性ガスなどによって冒されたりせず、また、強い衝撃力にも耐えうる丈夫で安全な構造を有する小型で有用なマスフローコントローラおよびこれを複数用いた集積化流量制御装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明のマスフローコントローラは、不活性ガスを封入した密閉容器内に、シリコン基板部と、この上面に接合される接ガスチップ部とを設け、この接ガスチップ部を複数の耐腐蝕性金属板を複数積層した多層構造に形成し、その内部に流路を形成するとともに、この流路に流量測定部と流量制御部とを形成したことを特徴としている。

【0012】上記マスフローコントローラにおいては、ガスと接する部分(接ガス部)を耐腐蝕性金属で構成しているため、腐蝕性ガスによって冒されることがないとともに、十分な機械的強度を有する。そして、このマスフローコントローラは、半導体プロセス技術のフォトリソグラフィやエッチング技術を活用したマイクロマシンング技術を適用することにより、微小化および量産化することができる。

【0013】そして、この発明の集積化流量制御装置は、上記優れた特性を有するマスフローコントローラを、複数個互いに並列に設けるとともに、各マスフローコントローラに、プレッシャレギュレータと、圧力センサおよびストップバルブ部とを備えさせたことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図1および図2は、第1の実施の形態を示すもので、図1において、1はマスフローコントローラで、次のように構成されている。すなわち、2は適宜の金属材料よりなる容器本体3と、この容器本体3の下方の開口を封止する適宜の金属材料よりなるステム4とからなる密封容器で、この密封容器2の内部には例えば窒素ガスなどの不活性ガスが充填されるとともに、マスフローコントローラ本体5が設けられる。このマスフローコントローラ本体5は、シリコン基板部6と、接ガスチップ部7と、継手ブロック部8とからなる。以下、これら各部6～8の構成について詳細に説明する。

【0015】まず、前記シリコン基板部6は、次のように構成されている。9は適宜厚さ(例えば500 μ m)のシリコン基板9で、その上面の一部には演算制御部としてのIC回路部10が形成されている。このIC回路部10は、流量測定および流量制御の機能および外部装置との信号の授受を行う機能を備えている。そして、11a、12aはシリコン基板9の上面側に形成される圧力センサ11のセンサ本体、温度センサ12のセンサ本体で、それぞれシリコン基板9の下面側を適宜エッチングして形成される。また、これらのセンサ本体11a、12aは、後述する流量測定部16を構成する部材である。

【0016】次に、前記接ガスチップ部7の構成を図2をも参照しながら説明する。13は接ガスチップ本体で、図2に示すように、適宜厚さ(例えば100～500 μ m)の耐腐蝕性金属、例えばステンレス鋼板を例えば5枚13a～13e重ね合わせた5層構造で、例えば1～2mm角×1mm程度の大きさである。この接ガスチップ本体13は、シリコン基板9の上面にその間に接合層を設けたり、あるいは、有機または無機の接着剤によって接合するなどして設けられている。この接ガスチップ本体13には、以下に説明するような各部がエッチングなどの手法で形成されている。

【0017】14は制御対象のガスGが流れる流路で、この流路14には、その上流側から流量制御部15と流量測定部16とがこの順で形成されている。

【0018】まず、前記流量制御部15は、次のように構成されている。17は接ガスチップ本体13の第3層13cに形成される弁座部、18は接ガスチップ本体13の第2層13dに形成される流量制御部ダイヤフラムである。この流量制御部ダイヤフラム18は、弁体としての機能および隔壁としての機能を有する。そして、19はこの流量制御部ダイヤフラム18を駆動するための空気の供給路である。すなわち、この実施の形態における流量制御部15は、空気圧制御方式の流量制御弁に形成されており、弁座部17と流量制御部ダイヤフラム18との間の開口(弁口)20を調節することにより、流路14を流れるガスGの流量を調整できるように構成されている。

【0019】そして、前記流量測定部16は、次のように構成されている。11b、12bは接ガスチップ本体13の第5層13eにそれぞれ形成される圧力センサダイヤフラム、温度センサダイヤフラムであり、感度向上のためハーフエッチングにより前記流路14と連通する部分21a、21bに臨むように設けられている。22は接ガスチップ本体13の第1層13aに形成され、流路14の下流に位置する音速ノズルである。すなわち、この実施の形態における流量測定部16は、圧力センサ11と音速ノズル22と温度センサ12とからなる。温度センサ12は、流量測定部16における流量が臨界圧

の温度に依存するのを補正するための温度を測定するものである。

【0020】また、前記継手ブロック部8は、外部のガスとの取り合いのための継手を備えたもので、次のように構成されている。23はステンレス鋼など耐腐蝕性金属よりなる継手ブロック本体で、流路14の上流側および下流側にそれぞれ連なる継手24、25を備えるとともに、空気供給路19に連なる継手26を備えている。

【0021】そして、図1において、27は空気を制御する空圧制御弁で、例えば電磁弁よりなる。この空圧制御弁27を常開型（または常閉型）とすることにより、マスフローコントローラ1を常閉型（または常開型）とすることができる。また、28はステム4の下方に延設されるリードピンで、IC回路部10を駆動するための電源供給や、IC回路部10と外部装置（図示してない）との信号授受のために用いられる。

【0022】上記構成のマスフローコントローラ1においては、ガスGが継手24を経てマスフローコントローラ1内に導入される。マスフローコントローラ1においては、IC回路部10からの信号により空圧制御弁27が開き、これによって導入される空気の圧力によって流量制御部ダイヤフラム18の位置が制御され、弁座部17と流量制御部ダイヤフラム18との間の開口20の開度が調整され、前記流路14を流れるガスGの流量が制御される。

【0023】そして、ガスGが圧力センサ11と音速ノズル22を通過すると、それらからそれぞれ信号がIC回路部10に送られ、IC回路部10において信号処理することにより流量測定信号が得られる。この流量測定信号は、IC回路部10に予め設定されている流量設定信号と比較され、その比較結果が空圧制御弁27にフィードバックされることにより流量制御が行われる。前記音速ノズル22を経たガスGは、継手25を経てマスフローコントローラ1外に導出される。

【0024】上記マスフローコントローラ1においては、接ガスチップ部7がステンレス鋼など耐腐蝕性金属で構成されているので、腐蝕性ガスによって冒されることがない。また、この接ガスチップ部7は、シリコン基板9との接合性がきわめて良好であり、堅牢な構造を有するので、衝撃力に対しても強い。

【0025】そして、上記マスフローコントローラ1においては、マスフローコントローラ本体5が不活性ガスを満たした密閉容器1内に収容されており、外部と遮断されているので、化学的に冒されたり、変質するといったことがない。

【0026】また、上記マスフローコントローラ1は、半導体プロセス技術のフォトリソグラフィやエッチング技術を活用したマイクロマシンング技術を適用することにより、微小化および量産化が可能である。

【0027】なお、上記第1の実施の形態におけるマス

フローコントローラ1において、IC回路部10をシリコン基板部6に設けず、外部装置（図示してない）に設けるようにしてもよい。また、空圧制御弁27をシリコン基板9内に設けるようにしてもよい。

【0028】次に、図3～図5は、第2の実施の形態を示すもので、この実施の形態のマスフローコントローラ1Aは、前記第1の実施の形態のマスフローコントローラ1とは流量測定部が異なるだけで、他の構成は全く同じである。すなわち、この第2の実施の形態におけるマスフローコントローラ1Aの流量測定部29は、熱式流量測定部に構成されており、したがって、流路14に音速ノズルは設けられてない。そこで、異なる部分のみ説明する。

【0029】すなわち、図3および図4に示すように、流量制御部15と継手25までの間において、流路14を一旦2つの流路30、31に分岐した後、下流側で合流させ、シリコン基板部6に近い流路30に感熱薄膜ヒータなどの薄膜流量センサ32、33を設け、他の流路31をバイパス流路としている。

【0030】図5は、熱式流量測定部29の構成の一例を示すもので、薄膜流量センサ32、33が設けられるセンサ流路30は、複数の互いに並列な流路30aがハーフエッチングにより接ガスチップ本体13の第4層13dの下面側に形成されている。そして、薄膜流量センサ32、33は、ハーフエッチングにより接ガスチップ本体13の第5層13eの下面側に感熱薄膜ヒータを設けることにより形成されている。また、センサ流路30と並列的なバイパス流路31は、複数の互いに並列な流路31aがハーフエッチングにより接ガスチップ本体13の第2層13bの上面（または下面）側に形成されている。なお、センサ流路30における並列流路30aの数は固定的であるが、バイパス流路31における並列流路31aの数は、ガス流量に応じて適宜定められる。また、薄膜流量センサ32、33は、IC回路部10に設けられた抵抗とブリッジ回路を組むように接続される。

【0031】この実施の形態におけるマスフローコントローラ1Aの動作および作用効果は、上記第1の実施の形態におけるマスフローコントローラ1と同じであるので、その詳細な説明は省略する。

【0032】次に、図6は、第3の実施の形態を示すもので、この実施の形態のマスフローコントローラ1Bは、前記第2の実施の形態のマスフローコントローラ1Aとは流量制御部が異なるだけで、他の構成は全く同じである。すなわち、この第3の実施の形態におけるマスフローコントローラ1Bの流量制御部34は、弁体としての流量制御部ダイヤフラム18をピエゾアクチュエータ35で駆動するように構成されており、したがって、空気供給路19およびこれに関連する部材は設けられてない。

【0033】すなわち、図6に示すように、ピエゾアク

チュエータ35は、流量制御部ダイヤフラム18の下方の空間部分（エッチングによって除去された部分）に設けられており、これに対する印加電圧はIC回路部10によって調整されるように構成されている。

【0034】この実施の形態におけるマスフローコントローラ1Bの動作および作用効果は、上記第1および第2の実施の形態におけるマスフローコントローラ1、1Aと同じであるので、その詳細な説明は省略する。

【0035】なお、この発明のマスフローコントローラ1、1A、1Bは、上述の実施の形態に限られるものではなく、種々に変形して実施することができる。例えば、接ガスチップ部7における耐腐蝕性金属の積層数は、任意である。また、流量制御部15（34）を、流量測定部16（29）の下流側に設けてもよい。さらに、流量制御部34と、流量測定部16と組み合わせてもよい。さらにそして、流量制御部における流量制御部ダイヤフラム18の駆動を、サーマル方式や液体で行うようにしてもよい。

【0036】上述の実施の形態はいずれもマスフローコントローラ単体であったが、これを複数個用いて集積化して集積化流量制御装置としてもよい。以下、これを第4の実施の形態として、図7および図8を参照しながら説明する。なお、これらの図において、図1～図6における符号と同じものは同一部材を示している。

【0037】図7において、40はステンレス鋼など耐腐蝕性金属よりなる集積化ブロックで、この集積化ブロック40の内部には、複数の流路41が互いに並列に形成されている。複数の流路41は、互いに独立したガス導入口42を上流側に有するが、下流側は集積化ブロック40の外部においては一つに合流して一つのガス出口43となっている。そして、各流路41には、マスフローコントローラ44と、プレッシャレギュレータ45と、音速ノズルの2次側の圧力をモニターすることにより、圧力条件が音速領域にあることを確認するための圧力センサおよびストップバルブ部46とが互いに直列になるように設けている。

【0038】図8は、集積化ブロック40にマスフローコントローラ44と、プレッシャレギュレータ45と、圧力センサおよびストップバルブ部46とを設けた状態を示す図である。この図に示すように、マスフローコントローラ44は、例えば、集積化ブロック40の下面側に設けられ、マスフローコントローラ44に対してそれぞれ上流側、下流側に設けられるプレッシャレギュレータ45と圧力センサおよびストップバルブ部46は、集積化ブロック40の上面側に設けられている。なお、41aはマスフローコントローラ44とプレッシャレギュレータ45との間の流路、41bはマスフローコントローラ44と圧力センサおよびストップバルブ部46との間の流路で、いずれも集積化ブロック40内に形成される。また、47は金属製Oリングなどのシール部材であ

る。

【0039】そして、マスフローコントローラ44は、そのマスフローコントローラ本体5を構成する流量制御部34として、その流量制御部ダイヤフラム18がピエゾアクチュエータ35によって駆動されるものを用い、流量測定部16として、圧力センサ11と音速ノズル22とを組み合わせたものを用いている。このように構成されたマスフローコントローラ本体5は、密封容器48内に収容される。そして、この密封容器48内には、窒素ガスなどの不活性ガスが充填される。

【0040】また、プレッシャレギュレータ45は、マスフローコントローラ44の構成から音速ノズル22を除去してなるもので、符号49はプレッシャレギュレータ本体を示している。

【0041】さらに、圧力センサおよびストップバルブ部46は、プレッシャレギュレータ45の構成からさらに温度センサ12を除去してなるもので、符号50は圧力センサおよびストップバルブ部本体を示している。

【0042】このように構成された集積化流量制御装置によれば、ガス配管系が小型・集積化され、半導体製造に用いるガスや各種工業プロセスガスの自動制御や流量監視などに好適に使用することができる。

【0043】なお、この発明の集積化流量制御装置は、上記実施の形態で例示したものに限られるものではなく、流量制御部と流量測定部の構成については、第1～第3の実施の形態において例示したものを適宜組み合わせてもよいことはいふまでもない。

【0044】

【発明の効果】この発明のマスフローコントローラにおいては、ガスと接する部分を耐腐蝕性金属で構成しているため、腐蝕性ガスによって冒されることがないとともに、十分な機械的強度を有する。そして、このマスフローコントローラは、半導体プロセス技術のフォトリソグラフィやエッチング技術を活用したマイクロマシニング技術を適用することにより、微小化および量産化が可能である。

【0045】そして、この発明の集積化流量制御装置においては、上記した優れた特長を備えたマスフローコントローラを複数個用いたものであり、その特長を有することは勿論のこと、さらに、ガス配管系や小型・集積化を促進することができ、さらに、半導体製造を始めとする各種の工業プロセスガスの自動制御や流量監視など広い分野において好適に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係るマスフローコントローラを示す縦断面図である。

【図2】前記マスフローコントローラで用いる接ガスチップ部を示す縦断面図である。

【図3】第2の実施の形態に係るマスフローコントローラを示す縦断面図である。

【図4】前記マスフローコントローラで用いる接ガスチップ部を示す縦断面図である。

【図5】前記接ガスチップ部の分解斜視図である。

【図6】第3の実施の形態に係るマスフローコントローラを示す縦断面図である。

【図7】第4の実施の形態に係る集積化流量制御装置の平面構成を概略的に示す図である。

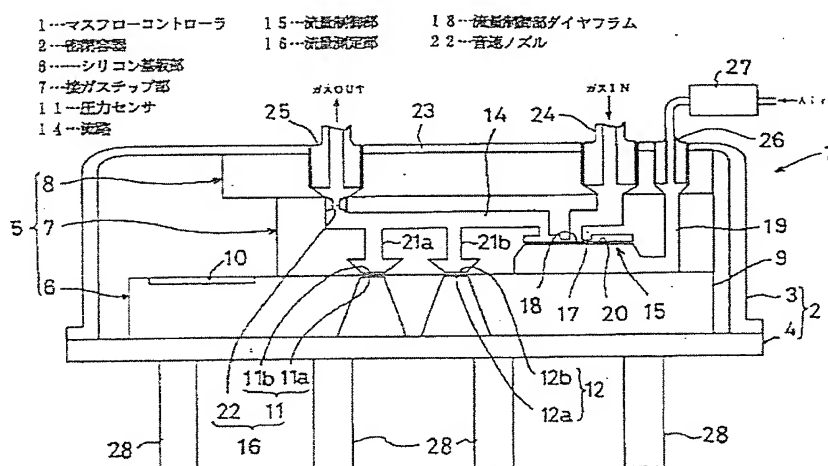
【図8】前記集積化流量制御装置の縦断面図である。

【図9】従来のマスフローコントローラを説明するための図である。

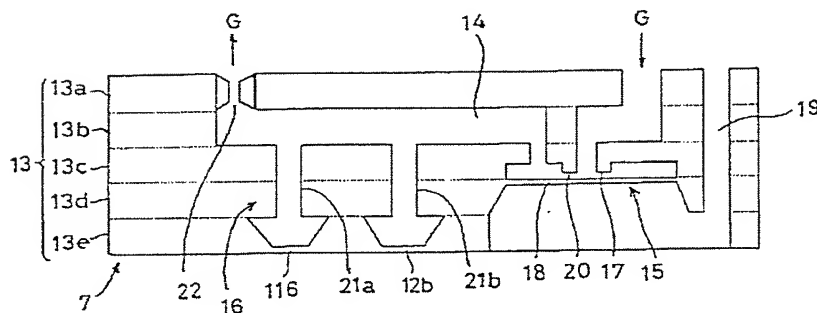
* 【符号の説明】

1, 1A, 1B, 44…マスフローコントローラ、2, 48…密閉容器、6…シリコン基板部、7…接ガスチップ部、10…演算制御部、13a～13e…耐腐蝕性金属板、14…流路、15, 34…流量制御部、16, 29…流量測定部、18…流量制御部ダイヤフラム、35…ピエゾアクチュエータ、11…圧力センサ、22…音速ノズル、32, 33…薄膜流量センサ、40…集積化ブロック、45…プレッシャレギュレータ、46…圧力センサおよびストップバルブ部。

【図1】

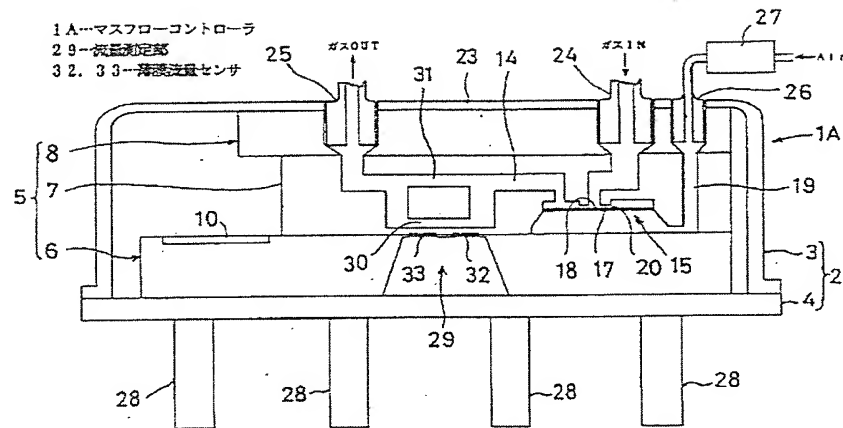


【図2】

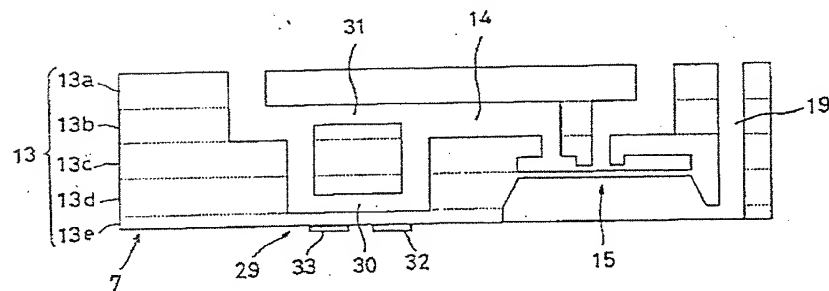


13a～13e…耐腐蝕性金属板

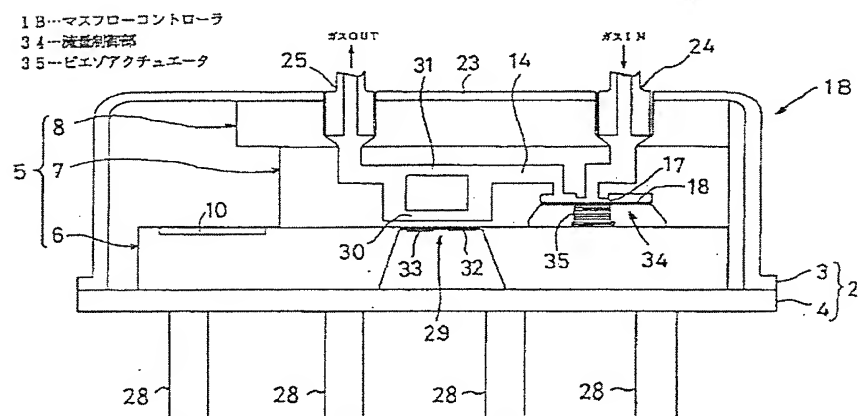
【図3】



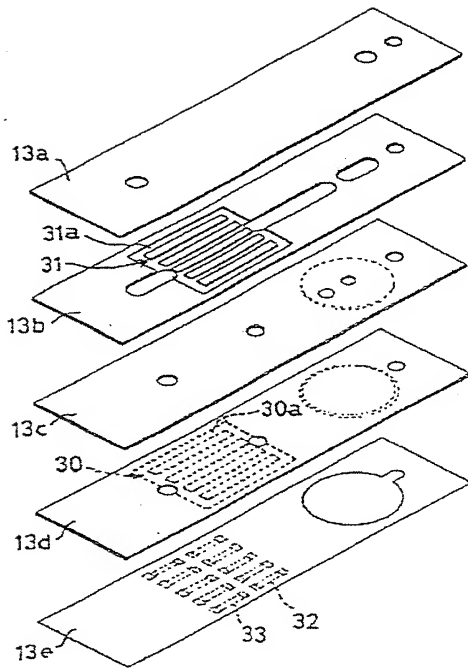
【図4】



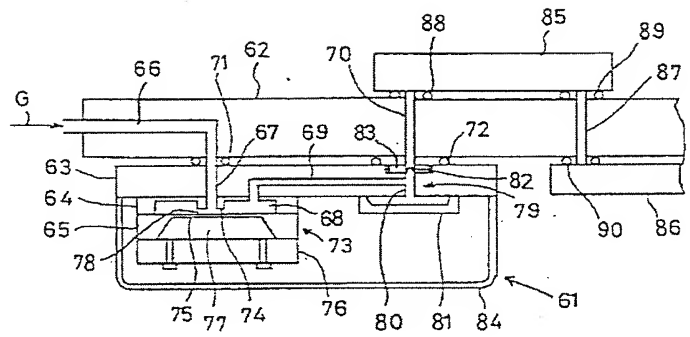
【図6】



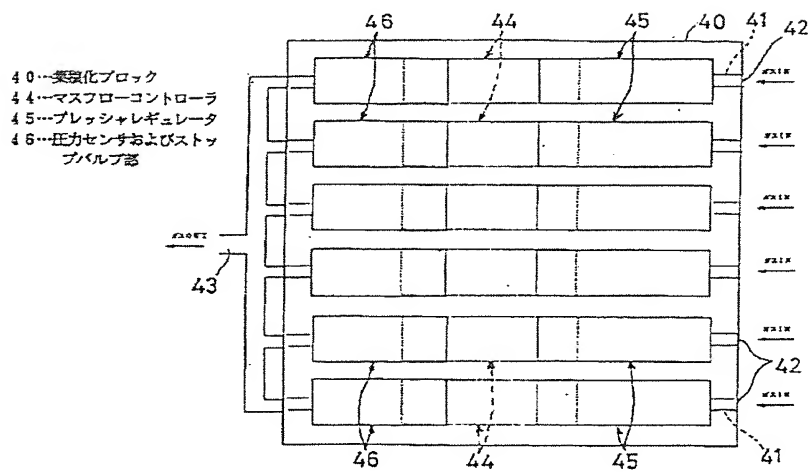
【図5】



【図9】



【図7】



(72)発明者 上坂 博二
京都府京都市南区上鳥羽鉾立町11番5 株
式会社エステック内

(72)発明者 清水 哲夫
京都府京都市南区上鳥羽鉾立町11番5 株
式会社エステック内

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The massflow controller characterized by forming the hydrometry section and a flow rate control section in this passage while preparing the silicon substrate section and the ** gas chip section joined to this top face in the well-closed container which enclosed inert gas, forming this ** gas chip section in the multilayer structure which carried out two or more laminatings of two or more corrosion-resistant metal plates and forming passage in that interior.

[Claim 2] The massflow controller according to claim 1 which comes to form an operation control section in the silicon substrate section.

[Claim 3] The massflow controller according to claim 1 or 2 which controls the diaphragm in a flow rate control section by pneumatic pressure.

[Claim 4] The massflow controller according to claim 1 or 2 which controls the diaphragm in a flow rate control section by the piezo actuator.

[Claim 5] The massflow controller according to claim 1 to 4 with which the hydrometry section consists of a pressure sensor and a sonic nozzle.

[Claim 6] The massflow controller according to claim 1 to 4 with which the hydrometry section consists of a thin film flow rate sensor.

[Claim 7] The integration flow rate control unit characterized by making it each massflow controller equipped with a pressure regulator, and a pressure sensor and the stop valve section while forming two or more massflow controllers of each other according to claim 1 to 6 in juxtaposition at the integration block which consists of a corrosion-resistant metal.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the massflow controller which controls a quantity of gas flow, and the integration flow rate control unit using this.

[0002]

[Description of the Prior Art] The massflow controller is used in remote control of the automatic control of the gas which comes to form the hydrometry section and a flow rate control section in one base, and is conventionally used for semi-conductor manufacture, or various industrial process gas, a flow monitor and harmful gas, or the high gas of danger, and the still larger field from production facilities, such as adjustment of mixed gas, and loading to the system for test research, to researches and developments.

[0003] Recently, the miniaturization of the above-mentioned massflow controller is demanded and a small massflow controller as shown in drawing 9 has come [by the way,] to be developed by the micro-machining technique which utilized the photolithography of a semi-conductor process technique, and the etching technique.

[0004] In drawing 9, 61 is a massflow controller and is prepared in one field (inferior surface of tongue) of the accumulation block 62. This massflow controller 61 is constituted as follows. That is, the substrate 63 which consists of ceramics is formed in one field of the accumulation block 62, and the laminating of the silicon layers 64 and 65 is carried out to the inferior surface of tongue of this substrate 63. And as it stands in a row in the gas passageway 66 formed in the accumulation block 62, passage 67 is formed in a substrate 63, and as it stands in a row in this passage 67, a crevice 68 is formed in the silicon layer 64, and this crevice 68 is further connected to another passage 70 formed in the accumulation block 62 through another passage 69 formed in the substrate 63. In addition, 71 and 72 are seal members infixed between the accumulation block 62 and a substrate 63.

[0005] And 73 is a flow rate control section formed between passage 67 and passage 69. This flow rate control section 73 is constituted as follows. That is, 74 is the valve seat section formed in the lower limit section of passage 67, and is formed in formation and coincidence of said crevice 68 of etching. Etch that inferior-surface-of-tongue side into the silicon layer 65 corresponding to this valve seat section 74, and diaphragm 75 is formed. A liquid is enclosed with the space 77 formed between the heat-resisting glass layers 76 prepared in the inferior-surface-of-tongue side of the silicon layer 65 and the silicon layer 65 as contacted. By heating this liquid, expanding it and moving diaphragm 75 in the valve seat section 74 direction, it is constituted so that the opening of the opening 78 between the valve seat section 74 and diaphragm 75 (valve port) can be adjusted.

[0006] Moreover, 79 is the hydrometry section formed between passage 69 and passage 70. This flow rate control section 79 consists of a pressure sensor 81 formed in the inferior surface of tongue of a substrate 63 so that the passage 80 extended caudad may be faced the connection of passage 69 and 70, and a sonic nozzle 82 prepared in passage 70. 83 is silicon and 84 is a lid.

[0007] In addition, in drawing 9, the passage where the pressure regulator by which 85 is prepared in the top face of the accumulation block 62, and 86 are prepared in a stop valve, and 87 is prepared in the accumulation block 62, and 88-90 are seal members.

[0008] In the massflow controller 61 constituted as mentioned above, the gas shown by the arrow head G goes into passage 66, subsequently, passes along passage 67 and reaches passage 69 through the opening 78 determined by the location to the valve seat section 74 of the diaphragm 75 of the flow rate control section 73. Then, hydrometry is carried out in the hydrometry section 79, the measurement result is compared with the flow rate set point, and the opening of said opening 78 is adjusted based on this, and it can control so that the flow rate of Gas G always turns into a predetermined flow rate.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional massflow controller 61, the member of the part into which Gas G circulates is SERAMMIKUSU (substrate 63), or since it is silicon (silicon layers 64 and 65), there are the following problems. That is, having un-arranged [** and / of being hard to escape from moisture while being easy to carry out desorption, therefore being unsuitable for the gas of a high grade] Gas G, since the ceramics is the so-called porosity. Moreover, it has risk of association with silicon being brittle to strong impulse force, and corrosive gas and a toxic gas leaking it while corrosive gas has the fault of being easy to be risked, although heat-resisting glass (heat-resisting glass layer 76) is strong with heat. That is, the conventional massflow controller was what cannot necessarily be referred to as having sufficient reinforcement mechanically while it was unsuitable for adjustment of the quantity of gas flow used for semi-conductor manufacture etc.

[0010] It is offering the integration flow rate control unit using small and useful the massflow controller and this which have the strong and safe structure this invention not having been made with careful attention to the above-mentioned matter, and that purpose's not being risked by corrosive gas etc., and strong impulse force's also being borne two or more.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the massflow controller of this invention While preparing the silicon substrate section and the ** gas chip section joined to this top face in the well-closed container which enclosed inert gas, forming this ** gas chip section in the multilayer structure which carried out two or more laminatings of two or more corrosion-resistant metal plates and forming passage in that interior It is characterized by forming the hydrometry section and a flow rate control section in this passage.

[0012] In the above-mentioned massflow controller, since the part (** gas section) which touches gas is constituted from a corrosion-resistant metal, while not being risked by corrosive gas, it has sufficient mechanical strength. And this massflow controller can be micrified and fertilized by applying the micro-machining technique which utilized the photolithography of a semi-conductor process technique, and the etching technique.

[0013] And the integration flow rate control unit of this invention is characterized by making each massflow controller equipped with a pressure regulator, and a pressure sensor and the stop valve section while it forms in juxtaposition two or more massflow controllers of each other which have the property which was excellent the account of a top.

[0014]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of implementation of invention is explained referring to a drawing.

Drawing 1 and drawing 2 show the gestalt of the 1st operation, and in drawing 1, 1 is a massflow controller and is constituted as follows. That is, 2 is the hermetic container which consists of a body 3 of a container which consists of a proper metallic material, and a stem 4 which consists of a proper metallic material which closes opening of the lower part of this body 3 of a container, and while the interior of this hermetic container 2 is filled up with inert gas, such as nitrogen gas, the body 5 of a massflow controller is established. This body 5 of a massflow controller consists of the silicon substrate section 6, the ** gas chip section 7, and the joint block section 8. Hereafter, the configuration of these each part 6-8 is explained to a detail.

[0015] First, said silicon substrate section 6 is constituted as follows. 9 is the silicon substrate 9 of thickness (for example, 500 micrometers) suitably, and IC circuit section 10 as an operation control section is formed in a part of the top face. This IC circuit section 10 is equipped with the function which delivers and receives the function of hydrometry and control of flow, and a signal with an external device. And 11a and 12a are the body of a sensor of the pressure sensor 11 formed in the top-face side of a silicon substrate 9, and the body of a sensor of a temperature sensor 12, etch suitably the inferior-surface-of-tongue side of a silicon substrate 9, respectively, and are formed. Moreover, these bodies 11a and 12a of a sensor are members which constitute the hydrometry section 16 mentioned later.

[0016] Next, the configuration of said ** gas chip section 7 is explained, also referring to drawing 2. As it is a body of a ** gas chip and is shown in drawing 2, 13 is 5 piled-up layer structures in the corrosion-resistant metal of thickness (for example, 100-500 micrometers), for example, a stainless steel plate, five-sheet 13a-13e suitably, for example, for example, is about [1-2mm angle x1mm] magnitude. Between them, this body 13 of a ** gas chip prepares a junctional zone in the top face of a silicon substrate 9, or is joined and prepared in it by organic or inorganic adhesives. Each part which is explained below is formed in this body 13 of a ** gas chip by technique, such as etching.

[0017] 14 is the passage where the gas G of a controlled system flows, and the flow rate control section 15 and the hydrometry section 16 are formed in this passage 14 in this order from that upstream.

[0018] First, said flow rate control section 15 is constituted as follows. The valve seat section by which 17 is formed in 3rd layer 13c of the body 13 of a ** gas chip, and 18 are flow rate control-section diaphragms formed in layer [2nd] 13d of the body 13 of a ** gas chip. This flow rate control-section diaphragm 18 has a function as a valve element, and a function as a septum. And 19 is the supply way of the air for driving this flow rate control-section diaphragm 18. That is, the flow rate control section 15 in the gestalt of this operation is formed in the flow control valve of a pneumatic-control method, and by adjusting the opening 20 between the valve seat section 17 and the flow rate control-section diaphragm 18 (valve port), it is constituted so that the flow rate of the gas G which flows passage 14 can be adjusted.

[0019] And said hydrometry section 16 is constituted as follows. 11b and 12b are the pressure-sensor diaphragms and temperature sensor diaphragms which are formed in 5th layer 13e of the body 13 of a ** gas chip, respectively, and they are prepared so that the parts 21a and 21b which are open for free passage with said passage 14 by half etching for the improvement in sensibility may be attended. 22 is a sonic nozzle which is formed in 1st layer 13a of the body 13 of a ** gas chip, and is located in the lower stream of a river of passage 14. That is, the hydrometry section 16 in the gestalt of this operation consists of a pressure sensor 11, a sonic nozzle 22, and a temperature sensor 12. A temperature sensor 12 measures the temperature for amending that the flow rate in the hydrometry section 16 is dependent on the temperature of critical pressure.

[0020] Moreover, said joint block section 8 is the thing equipped with the joint for a tie in with external gas, and is constituted as follows. 23 is the joint block body which consists of corrosion-resistant metals, such as stainless steel, and it is equipped with the joint 26 which stands in a row on the air supply way 19 while it is equipped with the joints 24 and 25 which stand in a row in the upstream and the downstream of passage 14, respectively.

[0021] And in drawing 1, 27 is the pneumatics control valve which controls pneumatic pressure, for example, consists of a solenoid valve. A massflow controller 1 can be used as a normally closed mold (or normally open mold) by using this pneumatics control valve 27 as a normally open mold (or normally closed mold). Moreover, 28 is the lead pin installed under the stem 4, and is used for signal transfer with the current supply for driving IC circuit section 10, and IC circuit section 10 and an external device (not shown).

[0022] In the massflow controller 1 of the above-mentioned configuration, Gas G is introduced in a massflow controller 1 through a joint 24. In a massflow controller 1, the pneumatics control valve 27 opens with the signal from IC circuit section 10, the location of the flow rate control-section diaphragm 18 is controlled by the pressure of the air introduced by this, the opening of the opening 20 between the valve seat section 17 and the flow rate control-section diaphragm 18 is adjusted, and the flow rate of the gas G which flows said passage 14 is controlled.

[0023] And if Gas G passes a pressure sensor 11 and a sonic nozzle 22, a signal will be sent to IC circuit section 10 by them, and a hydrometry signal will be acquired from them by carrying out signal processing in IC circuit section 10, respectively. This hydrometry signal is compared with the flow rate setting signal beforehand set as IC circuit section 10, and control of flow is performed by feeding back that comparison result to the pneumatics control valve 27. The gas G which passed through said sonic nozzle 22 is drawn out of a massflow controller 1 through a joint 25.

[0024] In the above-mentioned massflow controller 1, since the ** gas chip section 7 consists of corrosion-resistant metals, such as stainless steel, it is not risked by corrosive gas. Moreover, its junction nature with a silicon substrate 9 is very good, and since this ** gas chip section 7 has strong structure, it is strong also to impulse force.

[0025] And in the above-mentioned massflow controller 1, since it holds in the well-closed container 1 with which the body 5 of a massflow controller filled inert gas and is intercepted with the exterior, it has not been said that it is risked chemically or deteriorates.

[0026] Moreover, micrifying and fertilization are possible for the above-mentioned massflow controller 1 by applying the micro-machining technique which utilized the photolithography of a semi-conductor process technique, and the etching technique.

[0027] In addition, IC circuit section 10 is not formed in the silicon substrate section 6, but you may make it prepare in an external device (not shown) in the massflow controller 1 in the gestalt of implementation of the above 1st. Moreover, you may make it form the pneumatics control valve 27 in a silicon substrate 9.

[0028] Next, the hydrometry sections only differ in the massflow controller 1 of the gestalt of said 1st operation by drawing 3 - drawing 5 showing the gestalt of the 2nd operation, and, as for massflow controller 1A of the gestalt of this operation, other configurations are completely the same. That is, the hydrometry section 29 of massflow controller 1A in the gestalt of this 2nd operation is constituted by the thermal-method-of-flow-measurement section, therefore the sonic nozzle is not prepared in passage 14. Then, only a different part is explained.

[0029] That is, as shown in drawing 3 and drawing 4, once branching passage 14 to two passage 30 and 31 before the flow rate control section 15 and a joint 25, it is made to join by the downstream, the thin film flow rate sensors 32 and 33, such as a sensible-heat thin film heater, are formed in the passage 30 near the silicon substrate section 6, and other passage 31 is made into bypass passage.

[0030] Drawing 5 shows an example of the configuration of the thermal-method-of-flow-measurement section 29, and, as for the sensor passage 30 in which the thin film flow rate sensors 32 and 33 are formed, parallel passage 30a is formed in the 4th layer 13d inferior-surface-of-tongue side of the body 13 of a ** gas chip of half etching mutually [plurality]. And the thin film flow rate sensors 32 and 33 are formed by forming a sensible-heat thin film heater in the inferior-surface-of-tongue side of 5th layer 13e of the body 13 of a ** gas chip by half etching. Moreover, as for the sensor passage 30 and the juxtaposition bypass passage 31, parallel passage 31a is formed in the top-face (or inferior surface of tongue) side of 2nd layer 13b of the body 13 of a ** gas chip of half etching mutually [plurality]. In addition, although the number of juxtaposition passage 30a in the sensor passage 30 is fixed, the number of juxtaposition passage 31a in the bypass passage 31 is suitably defined according to a quantity of gas flow. Moreover, the thin film flow rate sensors 32 and 33 are connected so that the resistance and the bridge circuit which were established in IC circuit section 10 may be constructed.

[0031] Since the actuation and the operation effectiveness of massflow controller 1A in the gestalt of this operation are the same as the massflow controller 1 in the gestalt of implementation of the above 1st, that detailed explanation is omitted.

[0032] Next, with massflow controller 1A of the gestalt of said 2nd operation, flow rate control sections only differ by drawing 6 showing the gestalt of the 3rd operation, and, as for massflow controller 1B of the gestalt of this operation, other configurations are completely the same. That is, the flow rate control section 34 of massflow controller 1B in the gestalt of this 3rd operation is constituted so that the flow rate control-section diaphragm 18 as a valve element may be driven with the piezo actuator 35, therefore the air supply way 19 and the member relevant to this are not prepared.

[0033] That is, as shown in drawing 6, the piezo actuator 35 is formed in the space part (part removed by etching) of the lower part of the flow rate control-section diaphragm 18, and the applied voltage to this is constituted so that it may be adjusted by IC circuit section 10.

[0034] Since the actuation and the operation effectiveness of massflow controller 1B in the gestalt of this operation are the same as the above 1st and the massflow controllers 1 and 1A in the gestalt of the 2nd operation, that detailed explanation is omitted.

[0035] in addition, the massflow controllers 1, 1A, and 1B of this invention are not restricted to the gestalt of above-mentioned operation, can deform into versatility and can be carried out. For example, the number of laminatings of the corrosion-resistant metal in the ** gas chip section 7 is arbitrary. Moreover, the flow rate control section 15 (34) may be formed in the downstream of the hydrometry section 16 (29). Furthermore, you may combine with the flow rate control section 34 and the hydrometry section 16. furthermore -- and it may be made to drive flow rate control-section diaphragm 18 in a flow rate control section with a thermal method or a liquid

[0036] Although each gestalt of above-mentioned operation was a massflow controller simple substance, it integrates using this two or more, and it is good also as an integration flow rate control unit. Hereafter, it explains as a gestalt of the 4th operation of this, referring to

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section showing the massflow controller concerning the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section showing the ** gas chip section used with said massflow controller.

[Drawing 3] It is drawing of longitudinal section showing the massflow controller concerning the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 4] It is drawing of longitudinal section showing the ** gas chip section used with said massflow controller.

[Drawing 5] It is the decomposition perspective view of said ** gas chip section.

[Drawing 6] It is drawing of longitudinal section showing the massflow controller concerning the gestalt of the 3rd operation.

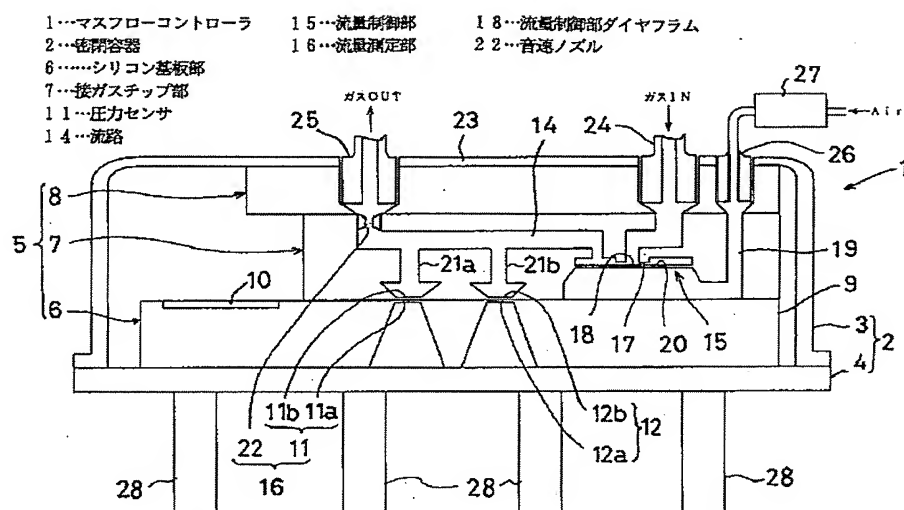
[Drawing 7] It is drawing showing roughly the flat-surface configuration of the integration flow rate control unit concerning the gestalt of the 4th operation.

[Drawing 8] It is drawing of longitudinal section of said integration flow rate control unit.

[Drawing 9] It is drawing for explaining the conventional massflow controller.

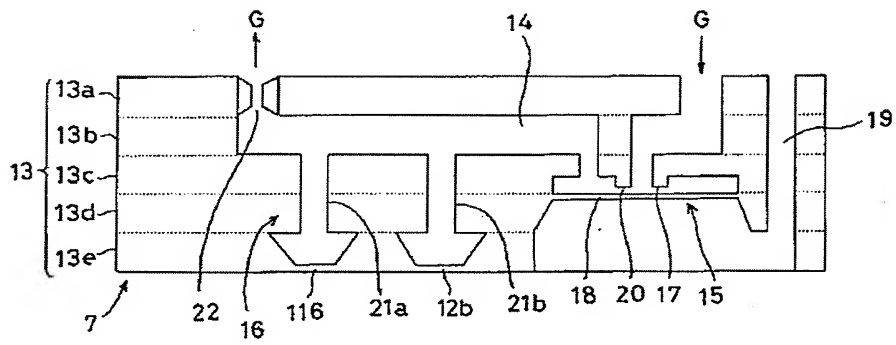
[Description of Notations]

1, 1A, 1B, 44 — 2 A massflow controller, 48 — Well-closed container, 6 [— A corrosion-resistant metal plate,] — The silicon substrate section, 7 — The ** gas chip section, 10 — An operation control section, 13a-13e 14 [— Flow rate control-section diaphragm,] — 15 Passage, 34 — 16 A flow rate control section, 29 — The hydrometry section, 18 35 [— A thin film flow rate sensor, 40 / — An integration block, 45 / — A pressure regulator, 46 / — A pressure sensor and the stop valve section.] — A piezo actuator, 11 — A pressure sensor, 22 — 32 A sonic nozzle, 33

Drawing selection drawing 1

[Translation done.]

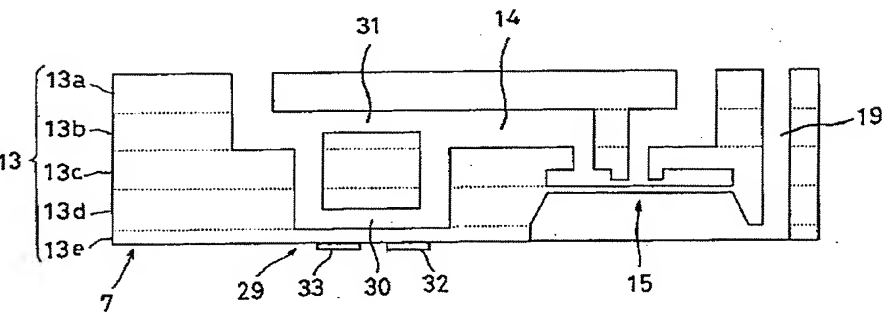
Drawing selection **drawing 2**



13a~13e...耐腐蝕性金屬板

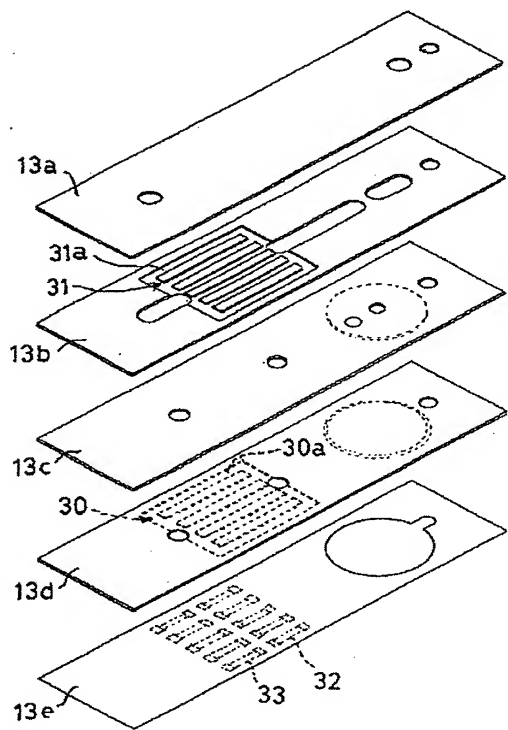
[Translation done.]

Drawing selection drawing 4



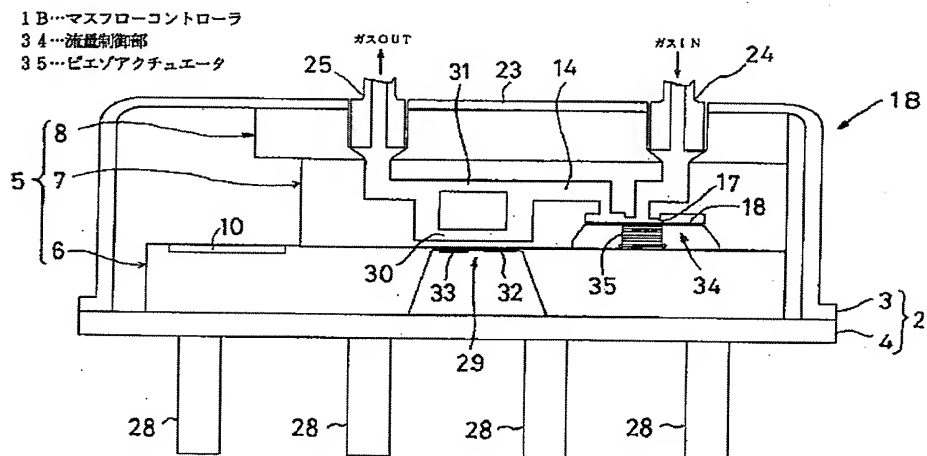
[Translation done.]

Drawing selection drawing 5



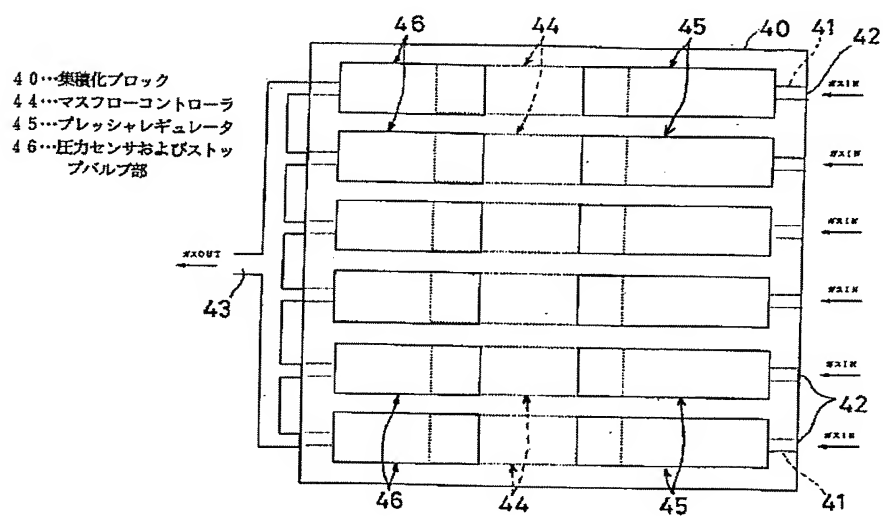
[Translation done.]

Drawing selection drawing 6

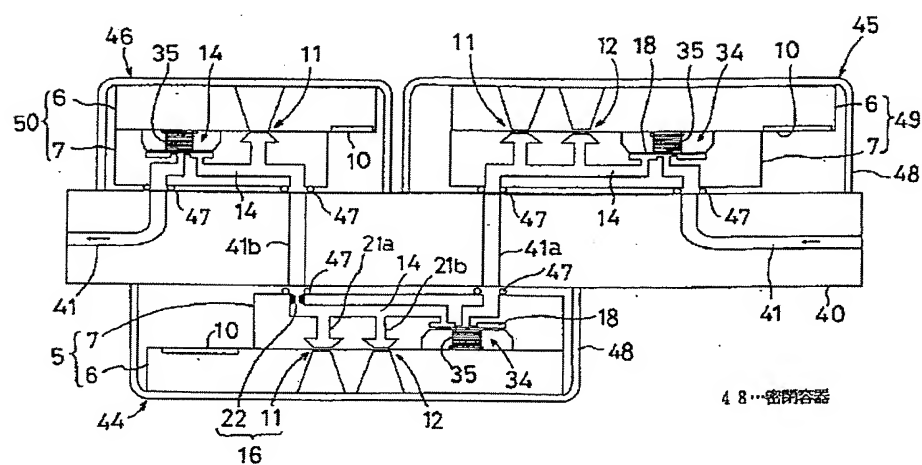


[Translation done.]

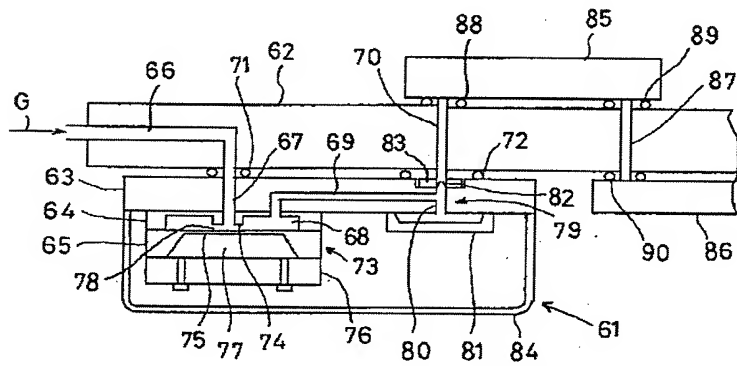
Drawing selection drawing 7



[Translation done.]

Drawing selection 

[Translation done.]

Drawing selection 

[Translation done.]